

Paweł Franczak (franczak.p@op.pl) *

Witold Jucha (witold.jucha@gmail.com) **

* *Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego,
ul. Gronostajowa 7, 30-348 Kraków, Polska*

** *Instytut Geografii Uniwersytetu Pedagogicznego im. KEN w Krakowie,
ul. Podchorążych 2, 30-084 Kraków, Polska*

Porównanie przydatności danych z kartowania terenowego i interpretacji modelu terenu wygenerowanego z danych LiDAR do rozpoznania infrastruktury obronnej z II wojny światowej w Paśmie Jałowieckim

Comparison of usefulness of spatial data from field works and digital terrain model interpretation from LiDAR data to identification of fortifications from second world war in Jałowiec Range

STRESZCZENIE

Dane pochodzące z lotniczego skanowania laserowego są bardzo przydatne w badaniach geograficznych, historycznych, przyrodniczych i archeologicznych. Jest to spowodowane dużą precyzją i zagęszczeniem informacji przestrzennej, co umożliwia odnalezienie nawet niewielkich form pokrycia terenu. Zaletą dodatkową tej technologii jest również niezależność od zmian pokrycia terenu (np. zalesienia).

Pasma Jałowieckie, nazywane również Pasmem Przedbabiogórskim, stanowi przedłużenie ku północy Masywu Babiej Góry. W okresie II wojny światowej jak i tuż przed jej wybuchem powstał tutaj szereg obiektów obronnych, które do dnia dzisiejszego zachowały się w bardzo dobrym stanie. Pierwsze nieliczne umocnienia zostały wybudowane na obszarze pasma przez Wojsko Polskie jeszcze w przededniu wybuchu II wojny światowej w 1939 r. Większość zachowanej infrastruktury obronnej została wzniesiona w drugiej połowie 1944 r. przez miejscową ludność przymuszoną do tego rodzaju pracy przez Niemców. Gęsta sieć wykopanych wówczas okopów powstała na stokach Malikowskiego Gronia pomiędzy Zawoją Gołynią, Skawicą, Białką a Grzechynią. Powstały wówczas dwie linie okopów połączonych ze sobą rowami łącznikowymi. Zdecydowanie silniej ufortyfikowana została dolna linia, przy której wykonano liczne stanowiska strzeleckie i obserwacyjne, a także przykryte drewnianymi bierwionami stanowiska dowodzenia, punkty medyczne oraz miejsca bytowania żołnierzy. Górna linia powstała tuż pod grzbietem pasma i miała zostać wykorzystana w razie wycofywania się wojsk.

Powstałe w 1944 r. obiekty linii dolnej zachowały się do dnia dzisiejszego w dobrym stanie. Nie zostały one wykorzystane (a więc i uszkodzone) podczas trwania działań wojennych – jeszcze przed dotarciem frontu w rejon doliny górnej Skawy (styczeń 1945) zostały opuszczone przez wycofujące się w kierunku Koszarawy wojska niemieckie. Zmianie uległ także krajobraz (teren został zalesiony, głównie wskutek naturalnej sukcesji roślinności).

SUMMARY

LiDAR (Light Detecton And Ranging) data are very useful in geographical, historical and archeological studies. It is caused by large precision and concentration of this type of data, which makes possibility of studying small forms in relief, like unmetalled roads, historical agricultural systems, or trench lines. The advantage of LiDAR is independence from changes in land cover (afforestation, development). The aim of this article is test on the usability of LiDAR data in research of trench lines built during Second World War in Poland, in Beskidy Mountains. The study area chosen to this text was located in Jałowiec Range, Sucha Beskidzka county in south-west of Małopolskie voivodeship, south of Poland (Fig. 1).

Jałowiec Range is a continuation to the north of the Massif Babia Góra (Beskid Żywiecki, Carpathians). The fortifications were been built in this area before and during the Second World War. The first objects were built by Polish Army in 1939 and second time there was built two large fortification lines 1944, by polish people forced to do it by german soldiers. The most objects in Jałowiec Range were made on the slopes of Malikowski Groń. Objects founded in 1944 were preserved in good condition up to the present day (Tab. 1). The few objects have been transformed by the geomorphological processes and by overgrown trees and shrubs on them. These objects have survived to this day, because they were not damaged during hostilities.

The research was performed on a piece of trench line on Wicherówka mountain (634 m a.s.l.) about 0,5 km long (Fig. 2). During the field test the plan of trench lines (Fig. 2A) was performed by using GPS mapping and by measurement of the size and depth of the trenches. Second plan (Fig. 2B) is the result of LiDAR data analyses and vectorization. After then the obtained results were compared in research analysis.

The trench lines and objects are quite good visible in LiDAR data, but it is impossible to do the classification of point objects made in field observation (Tab. 1). However, as a general comment, it is the possibility to signing the object classes in neighbor areas by way of analogy to field testing research.

Słowa kluczowe: Pasma Jałowieckie, LiDAR, Systemy globalnego określania pozycji, fortyfikacje, okopy
Key words: Jałowiec Range, LiDAR, Global Positioning Systems, fortifications, trenches

WSTĘP

Dane pochodzące ze skanowania laserowego charakteryzują się wysoką dokładnością i dużym zagęszczeniem zbieranych informacji, dzięki czemu możliwe jest badanie na niespotykaną wcześniej skalę nawet niewielkich form terenu, szczególnie pochodzenia antropogenicznego (terasowanie stoków, wcięcia drogowe, pozostałości dawnej infrastruktury). Dzięki nim dokonuje się współcześnie m.in. wielu odkryć historycznych i archeologicznych. Informacje te są szczególnie przydatne przy poszukiwaniu form słabo widocznych / niewidocznych w terenie gołym okiem (dotyczy to zwłaszcza obszarów zalesionych). W artykule wykorzystano dane pochodzące z lotniczego skanowania laserowego, które określa się w literaturze następującymi nazwami: chmura punktów, dane skaningowe, dane LiDAR (ang. Light Detection And Ranging).

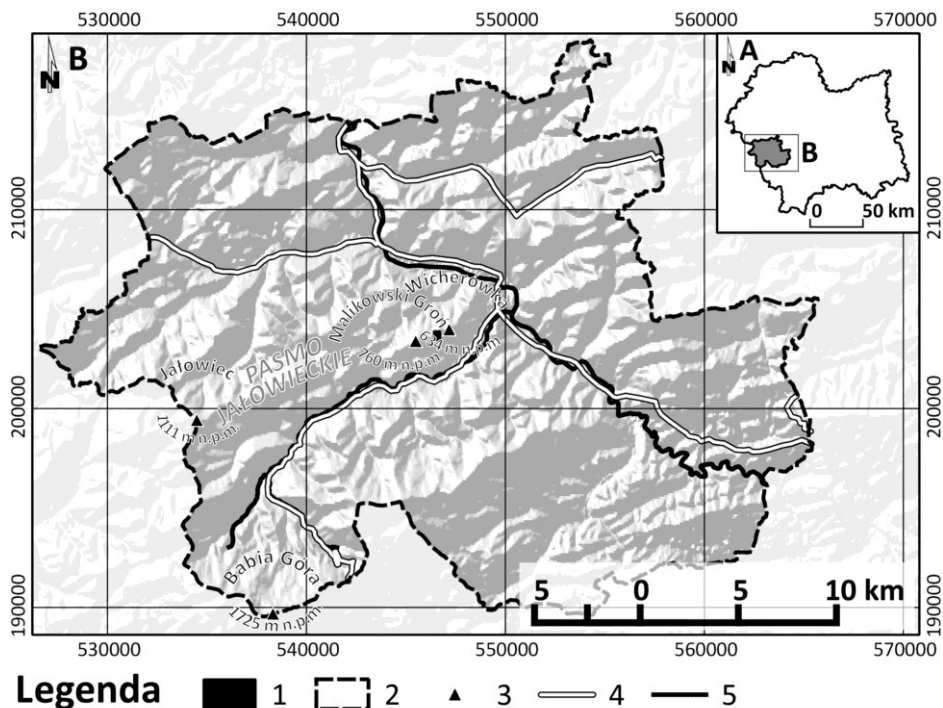
Na obszarze Pasma Jałowieckiego znajdują się liczne ślady umocnień pochodzących z czasów II wojny światowej oraz z okresu bezpośrednio poprzedzającego jej wybuch. Pozostałości te w postaci linii fortyfikacji polowych (okopów) zachowały się do dnia dzisiejszego w bardzo dobrym stanie

m.in. w podgrzbietowych partiach Malikowskiego Gronia. Linia ta rozciąga się dzisiaj w większości na obszarze gęstego lasu, w związku z czym jej całościowe rozpoznanie jest utrudnione. Celem artykułu jest ocena potencjału wykorzystania danych LiDAR do przeprowadzenia badań nad tego typu fortyfikacjami. Aby go zrealizować, wybrany fragment poddano zarówno kartowaniu w terenie, jak i w sposób kameralny na podstawie danych skaningowych.

Badania przeprowadzono na wybranym, zachowanym w terenie odcinku okopów o długości około 0,5 km. Obejmowało ono prace terenowe (kartowanie z GPS, pomiar wielkości i głębokości umocnień) oraz prace kameralne (opracowanie wyników kartowania terenowego, wykonanie kartowania na bazie danych LiDAR). Wynikiem pracy były dwa plany wybranego fragmentu okopu, które następnie porównano ze sobą w analizie.

OBSZAR BADAŃ

Przyjętym przez autorów terenem badawczym był fragment stoku Malikowskiego Gronia. Znajduje się on w centralnej części powiatu suskiego, na południowym zachodzie województwa małopolskiego (Ryc. 1).



Ryc.1. Lokalizacja obszaru badań na tle cieniowanej rzeźby terenu (na podstawie modelu SRTM). Mapa A: położenie powiatu suskiego w województwie małopolskim. Mapa B: 1 – obszar badań, 2 – granice powiatu suskiego, 3 – szczyty wymienione w tekście, 4 – drogi krajowe i wojewódzkie, 5 – rzeki Skawa i Skawica. (źródło: opracowanie własne)

Fig.1. Location of study area on the basis of shaded relief (SRTM data). Map A: Localization of Sucha Beskidzka county (powiat) in małopolskie voivodeship. Map B: 1 – location of study area, 2 – border of Sucha Beskidzka county, 3 – peaks mentioned in article, 4 – state and voivodeship roads, 5 – rivers Skawa and Skawica. (source: own elaboration)

Pasma Jałowieckie, nazywane również Pasmem Przedbabiogórskim, położone jest w Beskidzie Żywieckim i stanowi kontynuację ku północnemu wschodowi grzbietu Grupy Mędralowej. W przeszłości w regionalizacji fizycznogeograficznej włączane ono było w skład Beskidu Makowskiego (Kondracki 1998). Oddziela ono od siebie głęboką dolinę Skawicy od rozciągających się na zachodzie i północnym-zachodzie dolin Koszarawy i Stryszawki. Natomiast na północnym wschodzie jego stoki opadają do doliny Skawy. Jego kulminację stanowi Jałowiec (1111 m n.p.m.), od którego główny grzbiet pasma stopniowo obniża się w kierunku północno-wschodnim ku dolinie Skawy. Z kolei na północnym wschodzie pasma wznosi się dominujący nad okolicznymi szczytami Malikowski Groń (760 m n.p.m.).

Stoki Malikowskiego Gronia oraz okolicznych szczytów w większości porasta zwarty las, natomiast ich podnóża zajmują w znacznym stopniu nieużytki i łąki kośne. W przeszłości natomiast pola uprawne zajmowały całe stoki, dochodząc niemalże na sam grzbiet pasma. Na tym też obszarze, w głównej mierze na południowych stokach Malikowskiego Gronia znajdują się dwie linie umocnień. Dolna przebiega na wysokości około 550-580 m n.p.m., natomiast górna – 610-710 m n.p.m. W niektórych miejscach następuje obniżenie dolnej granicy do wysokości około 500 m n.p.m.

Badania przeprowadzono w części linii okopów znajdujących się pomiędzy Malikowskim Groniem a górą Wicherówka (634 m n.p.m.), na stoku o kierunku wschodnim.

RYS HISTORYCZNY POWSTANIA UMOCNIEŃ W PAŚMIE JAŁOWIECKIM

Linia okopów z 1939 r.

W marcu 1939 r. Niemcy anektowały tereny Czech i Moraw, tworząc na ich obszarze protektorat. Natomiast na terytorium Słowacji utworzono republikę, na czele której stanął ks. Józef Tiso, deklarującą sojusz z Niemcami (Stebnik 1989). W związku z takim układem geopolitycznym, zagrożenie wojną z Niemcami na terenach wokół Masywu Babiej Góry stało się realne. Z powodu zaistniałej sytuacji latem i jesienią 1939 roku przystąpiono do fortyfikowania przeznaczonych do obrony odcinków, znajdujących się w odległości około 15 – 20 km od granicy państwa (Suchanek 2004; Kastelik i in. 2013). W takim też odcinku znalazł się rejon Pasma Babiogórskiego i Pasma Jałowieckiego, przez które przebiegał odcinek obrony „Zawoja – Maków”, wchodzący w skład odcinka „Żywiec” (Suchanek 2004; Bednarz, Sadowski 2009; Sadowski 2011). Biegł on od Hali Kamieńskiego poprzez Przetęcz Lipnicką do Sidziny, jednakże pojedyncze linie obronne znalazły się również na tyłach głównej linii obrony w Zawoi i Skawicy. Na obszarze Pasma Jałowieckiego rozciągały się one m.in. na Sitkowej Grapie, w miejscu wyraźnego skrętu doliny Skawicy (Mydlarz 2012). Za wykonanie fortyfikacji na tym odcinku odpowiadał 2. pułk piechoty Korpusu Ochrony Pogranicza (Bednarz, Sadowski 2009; Sadowski 2011).

Linia OKH Stellung b1

W lecie 1944 r. wojska Armii Czerwonej przystąpiły do ofensywy i zaczęły w szybkim tempie przemieszczać się na zachód, aż do czasu gdy jesienią front zatrzymał się mniej więcej na linii: granica Prus Wschodnich – centralny bieg Wisły –

odcinek na zachód od linii Dębica – Krosno. W związku ze zbliżeniem się wojsk radzieckich do granic Rzeszy niemieccy okupanci przystąpili do budowy kilku linii umocnień, mających za zadanie umożliwić powstrzymanie natarcia wojsk nieprzyjaciela. Rozpoczęto więc budowę linii mających przebiegać z północy na południe przez całą Europę Środkową. Nosiły one nazwę Oberkommando des Heeres Stellungen – w skrócie OKH Stellungen. Nazwy poszczególnych linii składały się z litery i numeru porządkowego. W przypadku fortyfikacji przebiegających w pobliżu Zawoi oraz Żywiecczyny były to linie OKH Stellung b1 (przebiegająca m.in. przez Zawoję, opisana poniżej) i OKH Stellung b2, przebiegająca kilkadziesiąt kilometrów na zachód od linii b1 (Rosiek 2014a). Wraz z rozpoczęciem realizacji tego planu, latem 1944 r. wojska niemieckie pojawiły się na obszarze Podbabiogórza i rozpoczęły przygotowania do budowy umocnień. Na terenie Generalnego Gubernatorstwa prace te były realizowane przez sztaby budowlane, które podlegały dowódcy obszaru wojskowego GG gen. Siegfriedowi Faenicke, a także dowódcy 17 Armii gen. Friedrichowi Schulzowi (Sadowski 2011). Wybudowana infrastruktura obronna składała się z linii okopów, stanowisk strzeleckich, schronów bojowych i biernych oraz zapór przeciw pojazdom wroga w postaci rowów i przeszkód nazywanych Höckerhindernisse (w tłumaczeniu: „przeszkody garbowe”) lub „Zębami Smoka” (Rosiek 2014b).

Na obszarze Podbabiogórza budowa pozycji obronnych rozpoczęła się w sierpniu 1944 r. Umocnienia wznoszone były przez robotników przymusowych pochodzących z okolicznych miejscowości, nad którymi kierownictwo sprawowali funkcjonariusze Organisation Todt (niemieckiej organizacji budowlanej). Nadzór nad terenem robót sprawowali żołnierze sprowadzeni w tym celu z jednostek tyłowych. Skoszarowano ich w okolicznych miejscowościach. Do budowy zmuszano średnio od kilkudziesięciu do kilkuset osób z okolicznych wsi, którym oferowano za to skromne wyżywienie oraz talony na różne artykuły (Sadowski 2011, 2013).

Główną linią obronną przebiegającą przez terytorium dzisiejszej Polski była linia b1 (Stellung b1), ciągnąca się od Gdańska aż po Zawoję, a następnie na terytorium Słowacji. Badany obszar znajdował się więc w końcowej części linii na obszarze Polski. Ponadto od głównej linii wytyczono poprzeczne pozycje ryglowe, a jedną z nich była linia bx (Stellung bx) rozpoczynająca się w obrębie Makowskiej Góry. Główna linia obrony przebiegała na terenie Beskidów od Stryżowa przez górę Chełm do Marcówki i dalej do doliny Paleczki w Budzowie, gdzie wspinając się przez stoki Makowskiej Góry opadała do doliny Skawy w Makowie Podhalańskim. Natomiast na dalszym odcinku przebiegającym już na obszarze Pasma Jałowieckiego prowadziła przez Grzechynię w kierunku kulminacji Malikowskiego Gronia i dalej do Zawoi Węlczy, z której wznosiła się w kierunku ostatnich umocnień na terytorium Polski, mieszczących się na szczycie Mędralowej (Sadowski 2011).

Linia OKH Stellung b1 na badanym obszarze nie została wykorzystana w działaniach wojennych. W obliczu nadciągającego frontu Niemcy wycofali się w kierunku Koszarawy i dalej na Żywiecczynę. Armia Czerwona zajęła teren Podbabiogórza w styczniu 1945 roku (Poniedziałek 1976).

Typy budowli obronnych w obrębie linii OKH Stellung b1

Główną część fortyfikacji w obrębie linii b1 na Podbabiogórze stanowiły rowy strzeleckie i schrony drewniano-ziemne, jednakże nie były to jedyne umocnienia w jej obrębie. Na wzgórzach znajdowały się punkty oporu z żelbetowymi schronami i stanowiskami broni maszynowej (karabin maszynowy – niem. Maschinengewehr, w skrócie MG). Ponadto sporadycznie występowały Kochbunkry (żelbetowe obiekty) i opancerzone stanowiska karabinów maszynowych MG-Panzerneest. Jednakże na badanym obszarze występowały głównie rowy strzeleckie (linia głównego okopu) ze stanowiskami (niszami) strzeleckimi oraz rowy łącznikowe i rowy dobiegowe ze schronów. Ponadto na przedłużeniu rowów strzeleckich znajdowały się flankujące główną linię stanowiska karabinów maszynowych oraz podwójne stanowiska strzeleckie. Natomiast w głębi linii fortyfikacyjnych wybudowano na planie prostokąta o bokach średnio od 3 do 4 m drewniano-ziemne schrony bierne (ziemianki).

MATERIAŁY I METODYKA

Materiał badawczy zebrano używając dwóch metod badawczych:

1. Kartowanie terenowe z użyciem GPS:



Pomiaru dokonano w dniu 12.09.2014. Dokładność pomiaru GPS w tym dniu na obszarze badań wynosiła do 6-7 m, spadając do poziomu ok. 12-13 m w obrębie największych form wklęsłych. Do badania użyto odbiornika GARMIN GPSMap 62. Do kreślenia śladu używano opcji zapisu co 10 sekund, przez co otrzymano możliwie gęstą liczbę pomiaru liniowego (prędkość poruszania się podana przez odbiornik wynosiła w czasie badania ok. 2 km/h). Podczas prac terenowych dokonano rozpoznania i klasyfikacji form umocnień usytuowanych na stoku. Ponadto wykonano dokumentację zdjęciową. Wyróżniono jeden rodzaj obiektu liniowego (okop) oraz cztery obiekty punktowe – ich opisy oraz przykładowe zdjęcia zawarto w tabeli 1. Posłużono się przy tym zdjęciami z jednym z autorów w celu oddania skali oraz dodano zarysy obiektów. Dodatkową informacją zaznaczoną w formie waypointa były odgałęzienia i odcinki łącznikowe między górną i dolną linią okopów. Zapisane w terenie ślady i waypointy wprowadzono do programu Quantum GIS (Quantum GIS Project – <http://qgis.org/>). Wykonano przy tym następujące czynności:

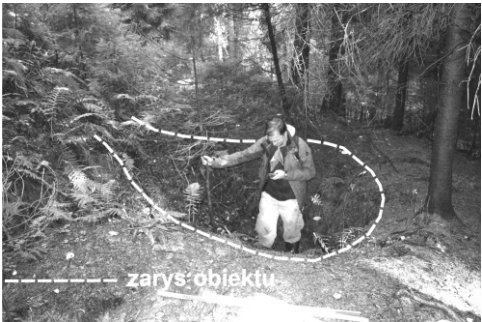


1. Zaimportowano warstwy GPX (format zapisu stosowany w odbiornikach GPS): waypointy oraz ślady (ang. waypoints, tracks).
2. Warstwę waypointów podzielono na trzy warstwy punktowe:
 - „obiekty”: warstwa zawierająca sklasyfikowane obiekty punktowe (Tab. 1, pkt. 2-5); dla tej warstwy przypisano atrybut „rodzaj” (tekstowy) zawierający klasę przypisaną do obiektu;
 - „odgałęzienia”: warstwa zawierająca waypointy zaznaczone w terenie przez autorów jako punkty orientacyjne, aby zaznaczyć na linii głównego okopu każdy początek rowu dobiegowego prowadzącego do stanowiska / schronu;

- „pozostałe”: warstwa, zawierająca waypointy takie jak: początek / koniec pomiaru, lub początek odcinka łącznikowego / rozcięcie erozyjne.
- 3. Utworzono nową warstwę liniową o nazwie „przebieg okopu GPS”, na którą przeniesiono ślad: usunięto odcinki niewchodzące w skład badania i podwójne ślady (kiedy autorzy doszli rowem dobiegowym do stanowiska strzeleckiego / dołu po schronie biernym i wracali do linii głównego okopu).
- 4. Warstwami wynikowymi, użytymi do wykonania planu linii na podstawie badania terenowego z GPS były warstwy „obiekty” i „przebieg okopu GPS”.

Tab.1. Obiekty sklasyfikowane podczas pomiaru terenowego w dniu 12.09.2014. (źródło: opracowanie własne)

Tab.1. Objects classified during field study in 12.09.2014. (source: own elaboration)

Lp.	Nazwa	Właściwości	Fotografia
1.	Okop	<p>Typ obiektu: liniowy Sposób zaznaczenia: ślad GPS</p> <p>Okop – odkryty obiekt fortyfikacyjny zwykle w postaci wykopu ziemnego, przystosowany do prowadzenia ognia (Mendrygał 1976)</p>	 <p>oś okopu zarys przekroju okopu</p> <p>(fot. W. Jucha, 2014)</p>
2.	Nisza strzelecka położona przy linii głównego okopu	<p>Typ obiektu: punktowy Sposób zaznaczenia: waypoint</p> <p>Nisza strzelecka – półkoliste zagłębienie w przedpiersiu okopu, bez rowu dobiegowego, umożliwiające po jego zajęciu przez strzelca prowadzenie ognia bez utrudniania komunikacji w okopie; n. s. stanowi ponadto osłonę przed ogniem bocznym nieprzyjaciela (Mendrygał 1976; Fuglewicz 1995)</p>	 <p>oś okopu zarys obiektu</p> <p>(fot. P. Franczak, 2014)</p>

Lp.	Nazwa	Właściwości	Fotografia
3.	Stanowisko strzeleckie dla karabinu maszynowego	<p>Typ obiektu: punktowy Sposób zaznaczenia: waypoint</p> <p>Stanowisko strzeleckie – stanowisko ogniowe wysunięte przed linię głównego okopu, połączone z nim rowem dobiegowym, przewidziane do umieszczenia karabinu maszynowego (Mendrygał 1976; Fuglewicz 1995)</p>	 <p>(fot. P. Franczak, 2014)</p>
4.	Podwójne stanowisko strzeleckie	<p>Typ obiektu: punktowy Sposób zaznaczenia: waypoint</p> <p>Jest to połączenie dwóch stanowisk strzeleckich przeznaczonych dla pojedynczego strzelca (posługującego się bronią osobistą, stanowiska są mniejsze niż w przypadku 3.)</p>	 <p>(fot. P. Franczak, 2014)</p>
5.	Dół po schronie biernym, drewniano-ziemnym	<p>Typ obiektu: punktowy Sposób zaznaczenia: waypoint</p> <p>Schron bierny – schron, z którego nie prowadzi się bezpośrednio ognia, w przeciwieństwie do schronu bojowego. Przeznaczenie: miejsca odpoczynku, zaopatrzenie, magazyny (Mendrygał 1976)</p>	 <p>(fot. P. Franczak, 2014)</p>

2. Prace kameralne z użyciem danych LiDAR.

Do opracowania warstw wektorowych użyto modelu terenu wygenerowanego z chmury punktów lotniczego skanowania laserowego. Dane pochodziły z materiałów udostępnionych przez Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (CODGiK) na rzecz Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego. Były to dane typu I, jakie wykonuje CODGiK dla terenów pozamiejskich: na 1 m² przypadają 4-6 pkt, margines błędu pomiaru wynosi do 20 cm.

Model terenu utworzono w udostępnionym w sposób bezpłatny programie FUSION/LDV w wersji 3.42 (FUSION/LDV: Software for LiDAR data analysis and visualisation – <http://forsys.cfr.washington.edu/fusion/>). Powierzchnię komórki rastra ustalono na 0,5 m².

Następnie wykonano następujące czynności:

1. Zaimportowano model do programu Quantum GIS.
2. Przetworzono model na cieniowany (shaded relief), tworząc kilka wariantów o zróżnicowanym azymucie i kącie padania promieni oświetlenia.
3. Na podstawie wygenerowanych map przeprowadzono wektoryzację. Utworzono do tego dwie warstwy wektorowe „obiekty LiDAR” (punktowa) i „przebieg okopu LiDAR” (liniowa). Posłużyły one do wykonania planu linii na podstawie danych skaningowych.

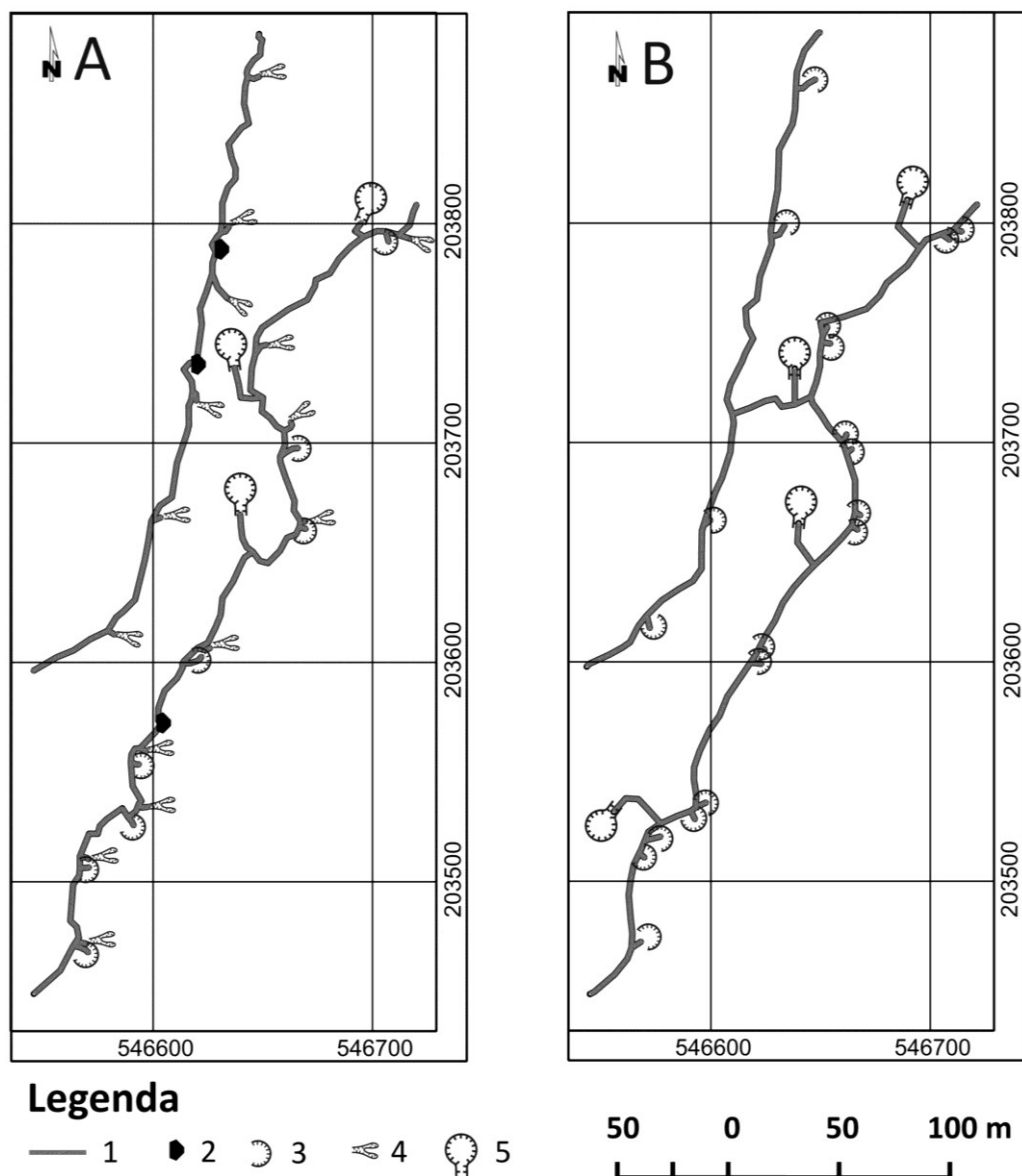
WYNIKI

Wynikiem przeprowadzonego dwukrotnie kartowania są dwa plany badanego odcinka okopów (Ryc. 2). Teren przedstawiony na rycinie opada w kierunku wschodnim (równocześnie jest to kierunek spodziewanego natarcia). Zatem określenie „górną linią okopów” będzie dotyczyło linii przebiegającej w lewej (zachodniej) części planu, natomiast „dolną linią okopów” w prawej (wschodniej) części planu.

ANALIZA WYNIKÓW

Parametry linii w obu przypadkach są porównywalne i wynoszą odpowiednio: 1004 m dla planu z kartowania GPS (Ryc. 2A) i 1011 m dla wektoryzacji z LiDAR (Ryc. 2B). W przebiegu warstw liniowych występują różnice geometrii – linia powstała w wyniku wektoryzacji ma wyraźnie wygładzony charakter, odmienny od linii z pomiaru terenowego (widoczne załamania linii na planie A, odcinki, w których spadała dokładność pomiaru GPS lub niemożliwe było poruszanie się bezpośrednio po osi okopu). Miejscem, w którym widoczna jest większa różnica, jest rów dobiegowy łączący linię głównego okopu z położonym na północy badanego odcinka schronem biernym. Jest on krótszy i posiada mniejszy kąt zakrętu (widać to na położeniu sygnatury dołu względem siatki mapy), prawdopodobnie w tym miejscu odbiornik mógł częściowo utracić sygnał GPS.

W przypadku obiektów punktowych pierwszą widoczną cechą jest brak szczegółowej klasyfikacji stanowisk strzeleckich na planie B. Jest to spowodowane niemożliwością jej dokonania na podstawie wyłącznie danych pochodzących z LiDAR. Niewidoczne pozostały także nisze strzeleckie położone przy głównym okopie – nie zaznaczono w przypadku planu B ani jednej takiej formy. Pominięto także dwa odgałęzienia, na końcu których znajdowało się podwójne stanowisko strzeleckie – oba znajdują się na linii górnej.



Ryc.2. Plan linii okopów badanym obszarze w Paśmie Jałowieckim na podstawie: A – kartowania terenowego z GPS, B – wektoryzacji modelu terenu LiDAR: 1 – linia okopu, 2 – nisza strzelecka, 3 – stanowisko strzeleckie karabinu maszynowego, 4 – podwójne stanowisko strzeleckie, 5 – dół po schronie biernym, drewniano-ziemnym (kolejność z tabeli 1). (źródło: opracowanie własne)

Fig.2. Map of trench lines in research area in Jałowiec Range on the basis of: A – GPS works, B – vectorization works on LiDAR digital terrain model: 1 – trench line, 2 – shooting niche, 3 – shooting point for a machine gun, 4 – double shooting point, 5 – quarter hole (order from Tab. 1). (source: own elaboration)

Z kolei podczas kartowania terenowego błędnie zinterpretowano odgałęzienie okopu na południowym zachodzie obszaru badań: w terenie zaznaczono odgałęzienie jako odcinek łącznikowy między obydwoma liniami, w rzeczywistości był to natomiast odcinek łączący dół po schronie biernym. W przypadku badanego terenu można powiedzieć, że schron ten jest usytuowany nietypowo – pozostałe schrony są umieszczone wejściami od południa (rów dobiegowy zakręca w prawo), ten jeden natomiast ma wejście umieszczone od północy (rów dobiegowy zakręca w lewo).

W przypadku planu A nie został zaznaczony odcinek łącznikowy między liniami górną i dolną. Został on odnotowany w postaci waypointa z kategorią odgałęzienia, która nie została zaznaczona na planie.

Łącznie w przypadku planu A odnotowano 29 obiektów punktowych (z czego 5 nie znajduje się na planie B), natomiast na planie B odnotowano 24 obiekty (z tego 1 nie znajduje się na planie A).

WNIOSKI

Obie zastosowane metody okazały się mieć swoje mocne i słabe strony:

Kartowanie z GPS:

- dokonano klasyfikacji obiektów punktowych, co umożliwia przy założeniu powtarzalności schematu przypisanie klas do obiektów znajdujących się poza bezpośrednio zbadanym obszarem;
- pomiar był uciążliwy (całość pomiaru dokonana w terenie leśnym), istniało ryzyko pominięcia niektórych form niezależnie od ich wielkości (nieodnotowany w terenie dół po schronie biernym należy do największych obiektów sklasyfikowanych podczas pomiaru);

Wektoryzacja z LiDAR:

- dokładny pomiar; możliwość weryfikacji przebiegu i liczby obiektów (zwłaszcza dużych) oznaczonych w terenie;
- metoda nie sprawdza się przy niektórych niewielkich formach, lub obiektach zniszczonych;

W związku z tym postawiono następujące wnioski:

1. Linie okopów z II wojny światowej są w sposób wyraźny i czytelny widoczne na danych z chmury punktów LiDAR, mimo postępującego zatarcia form i zmiany krajobrazu (z rolniczego na leśny).
2. W celu poznania dokładnego przebiegu linii obronnej i rozmieszczenia obiektów należy odwołać się przynajmniej do pomiaru testowego w terenie. Na danych LiDAR część form pozostanie niewidoczna.

Mimo tego dalszy rozwój technik skanowania laserowego może doprowadzić do rozpoznawania coraz mniejszych form terenowych.

LITERATURA

Bednarz S., Sadowski P. (2009). *Działania wojenne w rejonie Babiej Góry we wrześniu 1939 r.* [w:] Rocznik Babiogórski. (11). 31-88.

Fuglewicz S. (1995). *Problematyka terminologii i systematyki fortyfikacji najnowszej.* [w:] „Fortyfikacja”. (t. 3) Warszawa – Kraków: 153-161.

Kastelik A., Jucha W., Rosiek J. (2013). *Fortyfikacje stałe w Węgierskiej Górze w przededniu II wojny światowej – przegląd za pomocą współczesnych narzędzi geograficznych.* [w:] „Prace Studenckiego Koła Naukowego Geografów Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie”. Wyd. UP. (nr 2). Kraków: 63-75.

Kondracki J. (1998). *Geografia regionalna Polski.* Wyd. PWN. Warszawa: 441.

Mendrygał Z. (red.) (1976). *Encyklopedia Techniki Wojskowej.* Wyd. Ministerstwa Obrony Narodowej. Warszawa: 444-445, 624.

Mydlarz J. (2009). *Skawica od 1900 do 1939 roku.* [w:] Harasimczyk J.H. (red.) „Królewska wieś: monografia Skawicy” Wyd. Faktoria Wyrazu. Skawica-Kraków: 69-87.

Poniedziałek Z. (1976). *Radziecka ofensywa 1945 roku w Beskidach i Kotlinie Żywieckiej.* [w:] Karta Groni. Wyd. Towarzystwo Miłośników Ziemi Żywieckiej. (nr 7-8). Żywiec: 9-34.

Rosiek J. (2014a), *Zęby Smoka w Leśnej.* [w:] Nowiny Lipowskie: 17.

Sadowski P. (2011). *Druga wojna światowa pod Babią Górą. Księga Strat.* Wyd. SGB. Kraków-Zawoja: 488.

Sadowski P. (2013). *Jordanów w czasie II wojny światowej.* [w:] Bednarz S., Sadowski P. (red.) „Jordanów: monografia miasta” Wyd. TMZJ. Bielsko-Biała: 235-282.

Suchanek P. (2004). *Fortyfikacje Jeleśni. Przyborów – Krzyżowa. Żywiec: 4-7.*

Steblik W. (1989). *Armia Kraków 1939.* Wyd. Ministerstwa Obrony Narodowej. Warszawa: 692.

Materiały źródłowe:

Numeryczne dane wysokościowe LAS. (2013). M-34-76-C-d-3-1-2, Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej. Warszawa. [zasób z repozytorium Uniwersytetu Jagiellońskiego]

Numeryczne dane wysokościowe LAS. (2013). M-34-76-C-d-3-1-4, Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej. Warszawa. [zasób z repozytorium Uniwersytetu Jagiellońskiego]

Rosiek J. (2014b). *Zapora przeciwpancerna „Zęby Smoka”.* Tablica informacyjna umieszczona przy pozostałościach fortyfikacji w Leśnej k. Żywca – oprac. Jakub Rosiek, Klub Miłośników Oręża Polskiego „Lech” w Żywcu.

Źródła internetowe:

Quantum GIS Project – <http://qgis.org/> [dostęp z dnia: 01.01.2015]

FUSION/LDV: Software for LiDAR data analysis and visualisation – <http://forsys.cfr.washington.edu/fusion/> [dostęp z dnia: 01.01.2015]

PODZIĘKOWANIA

Autorzy pragną złożyć podziękowanie dwóm osobom, dzięki którym powstał niniejszy artykuł:

- Panu **Sławomirowi Dorockiemu** (Instytut Geografii Uniwersytetu Pedagogicznego im. KEN w Krakowie), Recenzentowi artykułu, za wskazówki oraz sugestie naniesienia poprawek do części metodycznej i wstępu;
- Panu **Jakubowi Rośkowi** (Klub Miłośników Oręża Polskiego „Lech” w Żywcu) za pomoc w opracowaniu części historycznej i poprawie stylistyki tekstu.